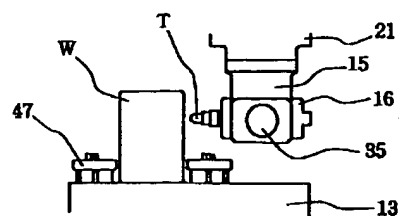
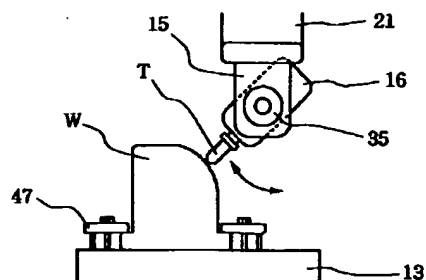


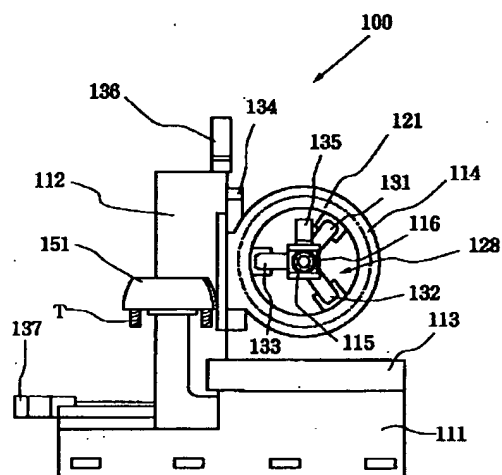
【図8】



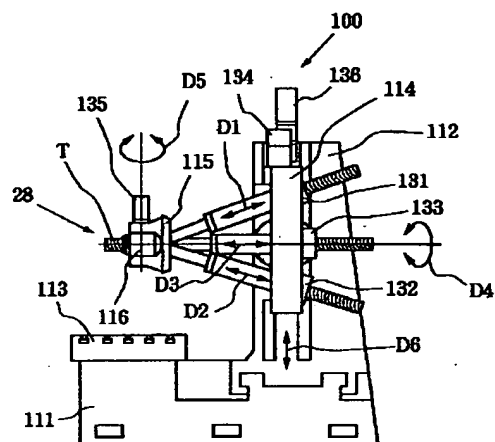
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 北村 耕裕  
富山県高岡市戸出光明寺1870番地 キタム  
ラ機械株式会社内

(72)発明者 山田 滋  
富山県高岡市戸出光明寺1870番地 キタム  
ラ機械株式会社内

(72)発明者 斉藤 隆志  
富山県高岡市戸出光明寺1870番地 キタム  
ラ機械株式会社内

7

れており、コラム（又はテーブル、又はATCマガジン）を第7軸方向に移動できる構成になっている。

【0054】

【発明の効果】本発明のマシニングセンタによれば、各アクチュエータの運動誤差が累積しないというパラレルメカニズムの長所を生かし、コンパクトで自由度が大きく、汎用性のある高精度のマシニングセンタを提供できる。

【0055】また、請求項2に記載のように、中空（ホロー）シャフトサーボモータを用いて第1～第3アクチュエータを形成した場合には、軸継手が不要となり、ボールネジの長さを有効に使うことができるため、よりコンパクトなパラレルメカニズムを構成することが可能となる。

【0056】なお、本発明は前述の実施例に限定されない。例えば、ATCマガジンに収容する工具の向きは、上下方向でなく横向きにすることも可能である。

【0057】また、支持体の外周に回転体を設け、回転体の外側に第1～第3アクチュエータを取り付けても良い。

【0058】さらに、回転体（ウォームホイール）を案内する支持体の形状は、環状である必要はない。例えば、円弧状ガイドを有する腕でも良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のマシニングセンタを示す正面図。

8

【図2】図1のマシニングセンタの側面図。

【図3】図1のマシニングセンタの上面図。

【図4】図1の第1アクチュエータとユニバーサルジョイントを示す断面図。

【図5】図4の側面図。

【図6】図1の第1～第6アクチュエータの制御系を示す図。

【図7】図1のマシニングセンタを用いた加工例を示す図。

10 【図8】別の加工例を示す図。

【図9】さらに別の加工例を示す図。

【図10】本発明のマシニングセンタの別の実施例を示す正面図。

【図11】図10のマシニングセンタの側面図。

【符号の説明】

11、111 ベース

12、112 コラム

13、113 テーブル

14、114 支持体

20 15、115 主軸ステージ

16、116 主軸

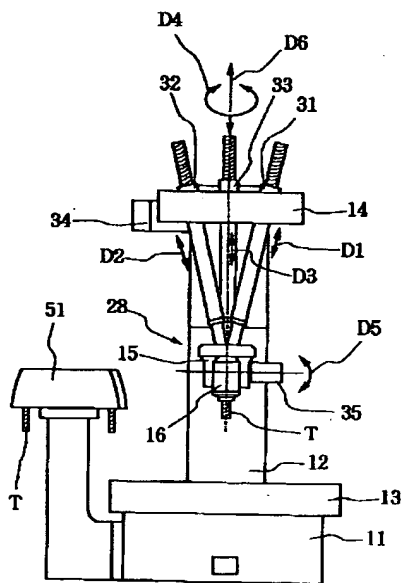
18～20、118～120 ユニバーサルジョイント

31～36、131～136 アクチュエータ

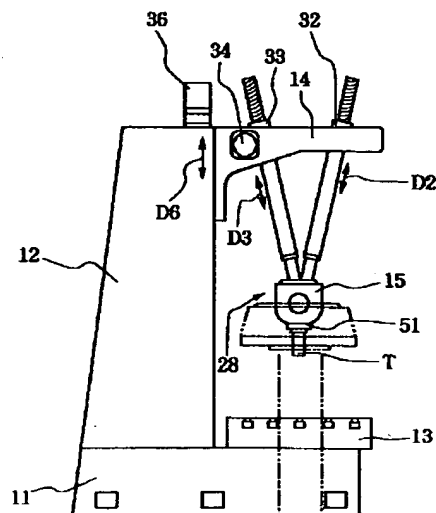
41～46 サーボコントローラ

50 計算部

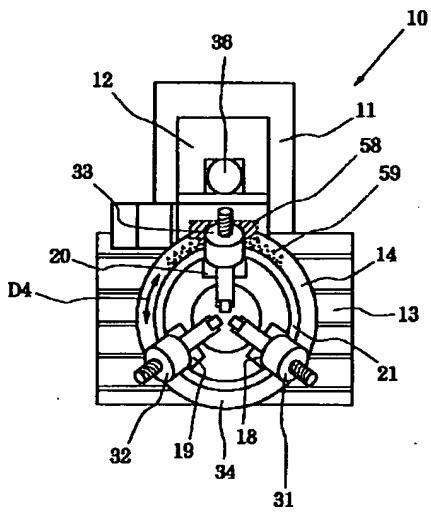
【図1】



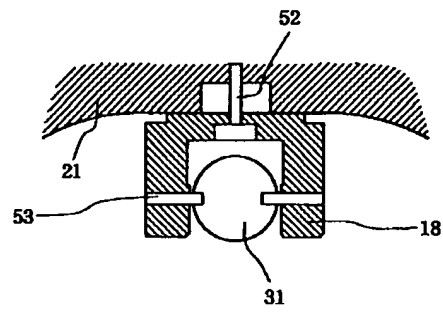
【図2】



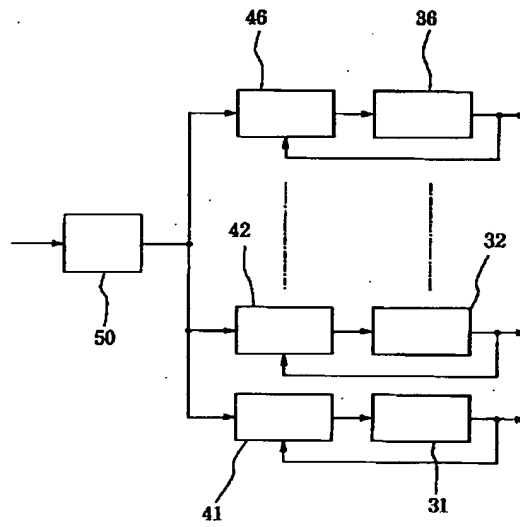
【図3】



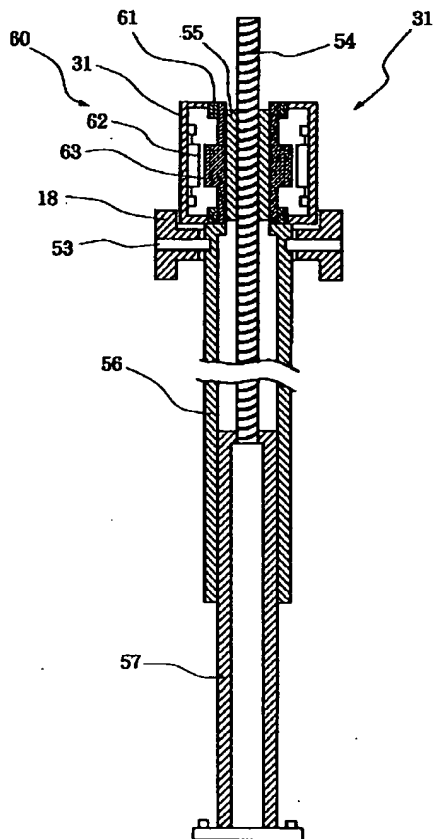
【図4】



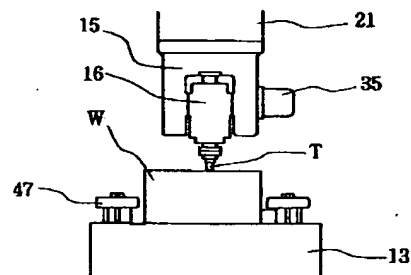
【図6】



【図5】



【図7】



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-138090

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月26日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

説別記号

F I

B 2 3 Q 15/013

B 2 3 Q 15/013

B 2 3 P 23/00

B 2 3 P 23/00

A

B 2 3 Q 1/44

B 2 3 Q 1/10

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-312608

(22) 出願日 平成8年(1996)11月11日

(71) 出願人 000104537

キタムラ株式会社

富山県高岡市戸出光明寺1870番地

(72) 発明者 北村 耕一郎

富山県高岡市戸出光明寺1870番地 キタム

ラ株式会社社内

(72) 発明者 北村 彰浩

富山県高岡市戸出光明寺1870番地 キタム

ラ株式会社社内

(72) 発明者 谷口 昭二

富山県高岡市戸出光明寺1870番地 キタム

ラ株式会社社内

(74) 代理人 弁理士 田辺 徹

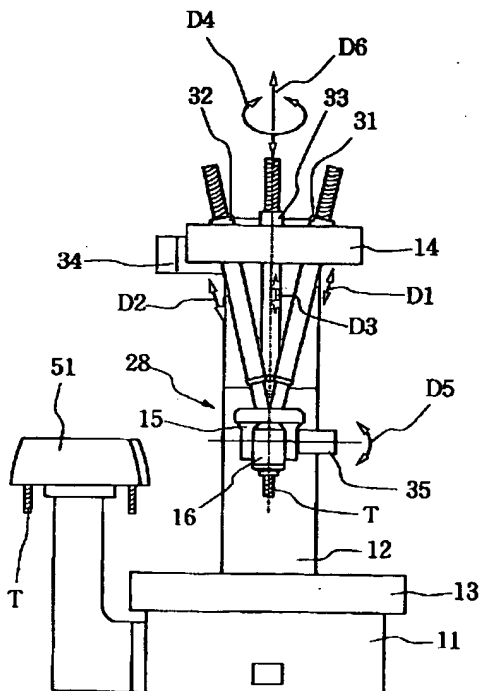
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マシニングセンタ

(57) 【要約】

【課題】 コンパクトで汎用性のあるパラレル型のマシニングセンタをつくる。

【解決手段】 主軸とテーブルの相対位置を第1～第6アクチュエータを用いて制御し、コラムに支持体を設け、リニア型の第6アクチュエータによって支持体をコラムと相対的に第6軸方向に移動できるようにし、支持体に回転体を設け、回転型の第4アクチュエータによって回転体を支持体と相対的に第4軸方向に回転できるようにし、回転体に、ユニバーサルジョイントを介してリニア型の第1～第3アクチュエータを取り付け、それらの出力部に主軸ヘッドを設けてパラレルメカニズムを構成し、主軸ヘッドにモータ組込み型的主軸を配置し、回転型の第5アクチュエータによって主軸の向きを主軸ヘッド内で第5軸の回りに回転できるようにし、第1～第6アクチュエータを制御するためのサーボコントローラを設け、パラレルメカニズムの原理を利用して主軸の位置・姿勢を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主軸を支持するコラムと、被加工物を設定するテーブルを備え、主軸とテーブルの相対位置を第1～第6アクチュエータを用いて制御する構成のマシニングセンタにおいて、

コラム(12、112)に支持体(14、114)を移動可能に設け、リニア型の第6アクチュエータ(36、136)によって支持体(14、114)をコラム(12、112)と相対的に第6軸方向に移動できるようにし、

支持体(14、114)に回転体(21、121)を回転可能に設け、回転型の第4アクチュエータ(34、134)によって回転体(21、121)を支持体(14、114)と相対的に第4軸の回りに回転できるようにし、

回転体(21、121)に、ユニバーサルジョイント(18～20、118～120)を介してリニア型の第1～第3アクチュエータ(31～33、131～133)を取り付け、それらの出力部に主軸ヘッド(28)を設けてパラレルメカニズムを構成し、

主軸ヘッド(28、128)にモータ組込み型的主軸(16、116)を配置し、回転型の第5アクチュエータ(35、135)によって主軸(16、116)の向きを主軸ヘッド内で第5軸の回りに回転できるようにし、

第1～第6アクチュエータ(31～36、131～136)を制御するためのサーボコントローラ(41～46)を設け、パラレルメカニズムの原理を利用して主軸(16、116)の位置・姿勢を制御する構成にしたことを特徴とするマシニングセンタ。

【請求項2】 中空シャフトサーボモータを用いて第1～第3アクチュエータ(31～33、131～133)を構成し、中空シャフトサーボモータが、中空のロータ(63)の内側にナット(55)を取り付け、そのナット(55)にボールネジ(54)に係合させた構成になっていることを特徴とする請求項1に記載のマシニングセンタ。

【請求項3】 サーボコントローラ(41～46)に計算部(50)を接続し、計算部(50)が主軸の目標軌道(目標位置・姿勢)を各アクチュエータの目標軌道に分解するための逆運動学計算を行う構成になっていることを特徴とする請求項1又は2に記載のマシニングセンタ。

【請求項4】 マシニングセンタが自動工具交換マガジン(51、151)を有し、第1～第6アクチュエータ(31～36、131～136)の少なくとも一部の動作を利用して、主軸(16、116)と自動工具交換マガジン(51、151)との間で、自動工具交換を行う構成にしたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のマシニングセンタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、主軸を支持するコラムと、被加工物を設定するテーブルを有し、主軸とテーブルの相対位置を第1～第6アクチュエータを用いて制御する構成のマシニングセンタに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のマシニングセンタの主軸とテーブルは、いわゆるシリアルメカニズムを用いて相対移動する構成になっていた。すなわち、主軸やテーブルをX、Y、Z軸に移動し、また直交する2軸の回りに回転させることにより、位置決め動作を行っていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明者達は、シリアル方式とは全く異なるパラレルメカニズムを利用して工作機械を構成することを試みた。

【0004】本発明は、コンパクトで自由度が大きく、汎用性のあるパラレル型のマシニングセンタを提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本願発明は、主軸を支持するコラムと、被加工物を設定するテーブルを備え、主軸とテーブルの相対位置を第1～第6アクチュエータを用いて制御する構成のマシニングセンタにおいて、コラム(12、112)に支持体(14、114)を移動可能に設け、リニア型の第6アクチュエータ(36、136)によって支持体(14、114)をコラム(12、112)と相対的に第6軸方向に移動できるようにし、支持体(14、114)に回転体(21、121)を回転可能に設け、回転型の第4アクチュエータ(34、134)によって回転体(21、121)を支持体(14、114)と相対的に第4軸の回りに回転できるようにし、回転体(21、121)に、ユニバーサルジョイント(18～20、118～120)を介してリニア型の第1～第3アクチュエータ(31～33、131～133)を取り付け、それらの出力部に主軸ヘッド(28)を設けてパラレルメカニズムを構成し、主軸ヘッド(28、128)にモータ組込み型的主軸(16、116)を配置し、回転型の第5アクチュエータ(35、135)によって主軸(16、116)の向きを主軸ヘッド内で第5軸の回りに回転できるようにし、第1～第6アクチュエータ(31～36、131～136)を制御するためのサーボコントローラ(41～46)を設け、パラレルメカニズムの原理を利用して主軸(16、116)の位置・姿勢を制御する構成にしたことを特徴とするマシニングセンタを要旨としている。

## 【0006】

【発明の実施の形態】本発明のマシニングセンタは、主軸を支持するコラムと、被加工物を設定するテーブルを

備え、主軸とテーブルの相対位置を第1～第6アクチュエータを用いて制御する構成のマシニングセンタにおいて、コラムに支持体を移動可能に設け、リニア型の第6アクチュエータによって支持体をコラムと相対的に第6軸方向に移動できるようにし、支持体に回転体を回転可能に設け、回転型の第4アクチュエータによって回転体を支持体と相対的に第4軸の回りに回転できるようにし、回転体に、ユニバーサルジョイントを介してリニア型の第1～第3アクチュエータを取り付け、それらの出力部に主軸ヘッドを設けてパラレルメカニズムを構成し、主軸ヘッドにモータ組込み型の主軸を配置し、回転型の第5アクチュエータによって主軸の向きを主軸ヘッド内で第5軸の回りに回転できるようにし、第1～第6アクチュエータを制御するためのサーボコントローラを設け、パラレルメカニズムの原理を利用して主軸の位置・姿勢を制御する構成にしたことを特徴とする。

【0007】パラレルメカニズムの原理を利用する点から、本発明のマシニングセンタは、パラレル型マシニングセンタと呼ぶことができる。

【0008】中空シャフトサーボモータを用いて第1～第3アクチュエータを構成し、中空（ホロー）シャフトサーボモータが、中空のロータの内側にナットを取り付け、そのナットにボールネジに係合させた構成にすると有利である。

【0009】ホローシャフトサーボモータを用いることによって、軸継手が不要となり、また、ボールネジがモータを貫通する形にすることができるため、ボールネジの長さを最大限に生かして、コンパクトでかつ稼働長さの大きな構造とすることができる。

【0010】サーボコントローラに計算部を接続し、計算部が主軸の目標軌道（目標位置・姿勢）を各アクチュエータの目標軌道に分解するための逆運動学計算を行う構成にすることができる。

【0011】すなわち、計算部では、逆運動学計算によって、主軸の目標軌道（目標位置・姿勢）を各アクチュエータの目標軌道（変位）に分解する。そして、得られたアクチュエータの目標軌道を各アクチュエータのサーボコントローラに目標値として送る。これにより各アクチュエータは、それぞれのサーボ系で目標軌道に追従するように制御される。

【0012】このような制御は、いわゆるセミクローズドループ制御である。主軸の位置・姿勢は直接フィードバックされないが、パラレルメカニズムでは各アクチュエータの運動誤差が累積しないため、大きな位置決め誤差は生じない。

【0013】マシニングセンタが自動工具交換マガジンを有し、第1～第6アクチュエータの少なくとも一部の動作を利用して、主軸と自動工具交換マガジンとの間で、自動工具交換を行う構成にすることができる。勿論、自動工具交換アームを設けて、アームを利用してA

TCを行うこともできる。

【0014】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1～図3は、本発明によるマシニングセンタを示す正面図、側面図、上面図である。

【0015】マシニングセンタ10は、ベース11と、ベース上に設定されたテーブル13とコラム12を有している。

【0016】コラム12には、支持体14が上下方向に移動可能に設けられている。支持体14は、リニアタイプの第6アクチュエータ36によって移動する。第6軸方向は上下方向である。図面では、第6アクチュエータ36の移動方向が矢印D6で示されている。

【0017】第6アクチュエータ36は、例えば送りネジとナットを利用して構成できる。好適にはボールネジが用いられる。

【0018】支持体14は、全体的に現状の案内用部材である。支持体14には、現状の回転体21が、支持体14に沿って回転可能に案内されている。回転体21は、回転型の第4アクチュエータによって、第4軸方向（矢印D4）に回転する。

【0019】第4アクチュエータは、ウォームギアを構成するウォームホイール59とウォーム58、及びウォーム58を回転駆動するサーボモータ34からなる。

【0020】回転体21は、実質的にウォームホイール59として構成されている。ウォーム58は支持体14に回転可能に設けられている。ウォーム58の一端には、サーボモータ34の出力軸が接続されている。

【0021】サーボモータ34が回転すると、ウォームギアの作用によって、回転体21が第4軸方向（矢印D4）に回転する。

【0022】回転体21の内側には、リニアタイプの第1～第3アクチュエータ31～33がユニバーサルジョイント18～20を介して、等間隔に支持されている。

【0023】第1～第3アクチュエータは、中空（ホロー）シャフトサーボモータ60を用いて構成されている。

【0024】第1アクチュエータ31とユニバーサルジョイント18の様子が図4～図5に示されている。

【0025】ユニバーサルジョイント18は回転軸52、53を有している。第1アクチュエータは、これらの回転軸52、53の回りに全体的に回転自在である。

【0026】ホローシャフトサーボモータ60は、中空のロータ63、ロータ63を支持するベアリング61、ロータ63に対向するように配置されたステータ62を備えている。

【0027】中空のロータ63の内側には、ナット55が一体的に取り付けてある。ナット55には、ナット55を貫通する形でボールネジ54に係合されている。

【0028】ホローシャフトサーボモータ18の下側に

は、外筒56と内筒57が伸縮自在に配置されている。内筒57の後端には、ボールネジ54の先端が固定されている。内筒57の先端がアクチュエータの出力部となる。外筒56は、ホローシャフトモータの下面に固定されている。

【0029】ホローシャフトサーボモータ18を駆動すると、ボールネジ54とナット55の作用により、内筒57の先端が第1軸方向(矢印D1)に移動する。

【0030】第2及び第3アクチュエータ32、33も、第1アクチュエータ31と同様の構成になっている。

【0031】第1～第3アクチュエータ31～33の出力部は一体的に支持され、そこに主軸ヘッド28が設けられている。このような構造は、いわゆるパラレルメカニズムの一種と考えられる。

【0032】主軸ヘッド28は、主軸ステージ15、モータ組込み型的主軸16、ロータリータイプの第5アクチュエータ35から構成されている。

【0033】主軸ステージ15は全体的に断面コの字形であり、その後部には前述したように第1～第3アクチュエータ31～33の出力端が接続されている。

【0034】主軸ステージ15には、ロータリータイプの第5アクチュエータが配置されている。第5アクチュエータはサーボモータ35を有し、その出力軸が主軸16の側部に接続されている。このサーボモータ35を駆動すると、主軸16は図1の矢印D5のように第5軸回りに回転して向きを変える。

【0035】図1、図2に示すニュートラル位置では、第4軸と第5軸は直交している。

【0036】主軸16は、前述のようにモータ組込みタイプであり、工具Tを回転させるための駆動モータを備えている。工具T(ツールホルダ)は、通常のやり方で主軸16に着脱自在に取付けることができる。

【0037】第1～第3アクチュエータ31～33の動作方向D1～D3、及び第5アクチュエータ35の回転軸の方向D5は、第1～第5アクチュエータ自体の動作に応じて変化する。

【0038】一方、第6アクチュエータ36の動作方向D6は、常に上下方向である。また、第4アクチュエータ34の動作方向D4は、動作方向D6を中心軸とする回転方向である。

【0039】図6に示すように、第1～第6アクチュエータ31～36はサーボコントローラ41～46を備えている。

【0040】サーボコントローラ41～46には、計算部50が接続されている。計算部50では、逆運動学計算によって、主軸の目標軌道(目標位置・姿勢)から各アクチュエータの目標軌道(変位)を求める。

【0041】各サーボコントローラ41～46は、計算部50から送られた目標軌道に基づいて各アクチュエー

タ41～46を制御する。

【0042】このような制御は、いわゆるセミクローズドループ制御である。主軸の位置・姿勢は直接フィードバックされないが、パラレルメカニズムでは各アクチュエータの運動誤差が累積しないため、大きな位置決め誤差は生じない。

【0043】テーブル11の側方には、ATCマガジン51が配置されている。ATCマガジン51は、多数の工具(ツールホルダ)をインデックス可能に収容することができる。

【0044】ATCマガジン51の側方には、必要に応じて自動交換アームが配置されるが、図面には示されていない。

【0045】自動交換アームを用いて、ATCマガジン51と主軸16との間で、工具を交換することができる。主軸16の位置・姿勢を制御するパラレルメカニズムの自由度を大きくした場合には、主軸16の移動によって直接工具交換を行うことも可能である。

【0046】次に図7～図9を参照して、本実施例のマシニングセンタを用いた加工例を簡単に説明する。

【0047】図7は、主軸16がテーブル面と垂直な方向に移動する加工例を示している。テーブル13には、治具47で被加工物Wが固定されている。この状態で、第6アクチュエータを下方に駆動することにより、ワークWにテーブル面と垂直方向に穴を形成できる。

【0048】図8は、第5アクチュエータによって、主軸16を90度回転した状態で行う加工例を示している。この場合の計算部50に入力する目標軌道は、水平軌道である。計算結果に基づいてサーボコントローラ41～46から指令が送られ、第1～第6アクチュエータ31～36が適宜作動して、テーブル面と水平方向の穴が加工される。

【0049】図9は、5軸加工の例を示している。この場合の目標軌道は、所定の曲面を走査するような軌道である。計算部50で行った逆運動学計算の結果に基づいてサーボコントローラ41～46から指令が送られ、第1～第6アクチュエータ31～36が適宜作動して、所定の曲面加工が行われる。

【0050】次に、図10と図11を参照して本発明の他の実施例を説明する。

【0051】この実施例では、支持体114の向きが前述の実施例と異なっている。すなわち、本実施例の支持体114は、支持面が鉛直方向になるようにコラム112に配置されている。従って、第4アクチュエータの回転軸は水平になる。

【0052】他方、支持体自体の向きを、それ用のアクチュエータによって自由に設定できる構成にすることも可能である。

【0053】また、図11と図12の実施例では、ベース111にリニアタイプの第7アクチュエータが設けら